



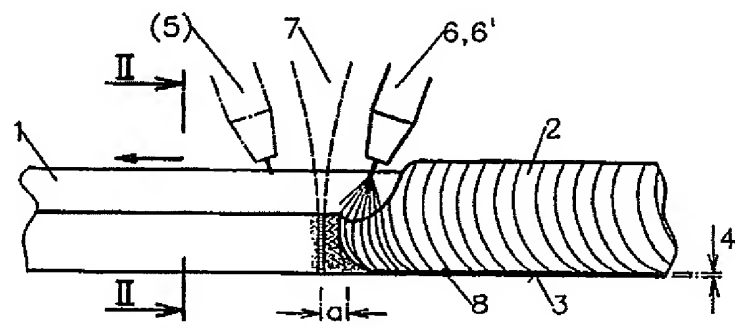
093/007 EP
D70
710

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : B23K 26/14	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/24543 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. Mai 2000 (04.05.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/08051 (22) Internationales Anmeldedatum: 25. Oktober 1999 (25.10.99) (30) Prioritätsdaten: 198 49 117.4 24. Oktober 1998 (24.10.98) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: DILTHEY, Ulrich [DE/DE]; Talbothof 25, D-52070 Aachen (DE). REISGEN, Uwe [DE/DE]; Wendelinusstrasse 14, D-52249 Eschweiler (DE). WIESCHEMANN, Armin [DE/DE]; Südstrasse 48, D-52064 Aachen (DE). (74) Anwalt: FÜSSEL, Michael; Brahmsstrasse 29, D-42289 Wup- pertal (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: **WELDING METHOD USING A LASER BEAM METHOD IN COMBINATION WITH TWO MIG METHODS AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD**

(54) Bezeichnung: **SCHWEISSVERFAHREN UNTER AUSFÜHRUNG EINES LASERSTRAHLPROZESSES ZUSAMMEN MIT ZWEI MSG-PROZESSEN UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**



(57) Abstract
The invention relates to a welding method using a laser beam method in combination with two MIG methods. The aim of the invention is to provide a method and a corresponding device with which large gap widths in thick metal sheets (1) can be bridged. To this end, the two MIG methods are variably and independently carried out with respect to their respective position to the laser beam (7) and their respective adjustments and process parameters and their position in relation to each other. At the same time, components of the entire method are introduced into the welding method in such a manner that the two light arcs interact with the laser beam (7) to produce a common plasma.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schweißverfahren unter Ausführung eines Laserstrahlprozesses zusammen mit zwei MSG-Prozessen. Um ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung bereitzustellen, mit welcher auch große Spaltweiten an dicken Blechen (1) überbrückt werden können, wird vorgeschlagen, die beiden MSG-Prozesse hinsichtlich ihrer jeweiligen Anordnungen zum Laserstrahl (7) sowie ihrer jeweiligen Einstellungen und Prozeßparameter und ihrer Positionierung zueinander einerseits variabel und voneinander unabhängig zu führen und andererseits Komponenten des Gesamtprozesses so in das Schweißverfahren einzukoppeln, daß die beiden Lichtbögen zusammen mit dem Laserstrahl (7) ein gemeinsames Plasma erzeugen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäß dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5

Schweißverfahren unter Ausführung eines
Laserstrahlprozesses zusammen mit zwei MSG-Prozessen
und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

10

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schweißverfahren nach Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Oberbegriff von Anspruch 6.

20 Aus der DE-U1-296 06 375 ist ein derartiges Schweißverfahren bekannt. In einem ersten Ausführungsbeispiel wird dem Prozeß über eine separate Drahtzuführung Draht zugeführt, der vom Laserstrahl direkt oder im Schmelzbad auf der Werkstückoberfläche aufgeschmolzen wird.

25 Diese Vorgehensweise verwendet einen wesentlichen Anteil der kostbaren Laserenergie zum Aufschmelzen des zugeführten Drahtes.

30 Dies führt zu einem Verlust an möglicher Vorschubgeschwindigkeit.

35 Zwar schlägt die dortige Offenbarung auch die Kombination des Laserkopfes mit einer Lichtbogen-Schweißeinrichtung in Verbindung mit einer Schutzgasatmosphäre vor. Diesem Gedanken liegt allerdings die Fokussierung des Laserstrahls und des Lichtbogens im gemeinsamen Wirkpunkt zugrunde. Daher ist

der Laserkopf zusammen mit der Lichtbogen-Schweißeinrichtung an einem gemeinsamen Schweißkopf fixiert.

Ferner wird eine weitere Variante mit einer zweiten
5 Schweißzusatzvorrichtung offenbart, die auch als reine Kalt-
drahtzufuhr verstanden werden kann. Auch in diesem Fall muß
nämlich die zum Aufschmelzen des zugeführten Kaltdraht not-
wendige Energie aus dem Energiefluß des Laserstrahls bzw. des
ersten Lichtbogens abgezweigt werden und steht somit nicht
10 mehr zur Erzeugung des Plasmas zur Verfügung.

Darüber hinaus offenbart diese Schrift auch mehrere
Schweißzusatzvorrichtungen, die in Form eines Lichtbogen-
oder Plasma-Schweißbrenners mit oder ohne Schutzgaszuführung
15 an einem gemeinsamen Schweißkopf angebracht und zusammen mit
diesem bewegt werden.

Hier bildet der Schweißkopf zusammen mit den ggf. zwei
MSG-Prozessen eine einzige starre Einheit, die während des
20 Betriebes beibehalten wird.

Dies trifft auch für ein Schweißverfahren gemäß der
JP 60-106 688 A zu, da auch dort die Positionen der unter-
schiedlichen Wolfram-Elektroden zueinander nicht veränderbar
25 sind.

Darüber hinaus geht die Offenbarung dieser Druckschrift
noch von der falschen Vorstellung aus, daß die Eindringtiefe
des Lasers durch die vor und hinter dem Laserstrahl ent-
30 stehenden Lichtbögen zunimmt.

Ferner ist aus der US-PS 4,507,514 ein kombiniertes Ver-
fahren aus Laserschweißen und MIG bekannt. Das dort offenbar-
te Verfahren basiert auf der unrichtigen Annahme, daß sich
35 die Einbrenntiefen des Lasers zu der Einbrenntiefe des MIG-
Lichtbogens aufaddieren lassen. Da allerdings innerhalb des
Schmelzbades Wechselwirkungen zwischen den Energieströmen

entstehen, die zumindest zur teilweisen Absorption von Energie führen, dürfte sich diese Annahme nicht realisieren lassen. Auch bei diesem Verfahren bleibt allerdings die Relativ-
einstellung zwischen dem Laserstrahl und dem elektrischen
5 Lichtbogen, einmal eingestellt, stets erhalten.

Bei allen diesen bekannten Verfahren ist daher die Überbrückung größerer Spaltweiten insbesondere bei dicken Blechen problematisch, da entweder die pro Zeiteinheit zugeführte
10 Menge an benötigtem Schweißdraht zu gering oder wie im Falle der JP 60-106 688 A gar nicht möglich ist oder weil die für die Erzeugung eines entsprechend groß dimensionierten Schmelzbades notwendige Energie nicht bereitgestellt werden kann bzw. weil die Vorgänge innerhalb des Plasma- bzw.
15 Schmelzbades ohne Möglichkeiten sind, einzugreifen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die obigen Nachteile zu beseitigen und ein Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung bereitzustellen, mit welcher auch große
20 Spaltweiten an dicken Blechen überbrückt werden können.

Diese Aufgabe löst die Erfindung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 6.

25 Aus der Erfindung ergibt sich der Vorteil, daß sich der Lichtbogendruck, der auf das gemeinsam ausgebildete Plasma wirkt, nach Zeit und Ort mehrdimensional steuern bzw. regeln läßt. Die Regelung kann für jeden MSG-Prozeß für sich erfolgen.

30

Erfindungsgemäß kommt es daher zu einem kontrollierten Einsatz des Lichtbogendruckes zur Steigerung unter anderem der Schweißgeschwindigkeit, der überbrückbaren Spaltweite und der Einschweißtiefe sowie zur Steuerung der Streckenenergie.

35

Dabei wird davon ausgegangen, daß der Lichtbogendruck proportional zur Stromstärke des jeweiligen MSG-Verfahrens ist.

5 Da die beiden MSG-Brenner aus unterschiedlichen Richtungen auf das gemeinsame Plasma einwirken, läßt sich der Lichtbogendruck über die zumindest zwei MSG-Brenner im Sinne eines nahezu blechdicken- und spaltweitenunabhängigen Schweißprozesses variieren.

10 Damit wird allerdings der Lichtbogendruck über die variabel einstellbare Stromstärke einerseits und über die jeweils einem der MSG-Brenner zugeordneten geometrischen Gegebenheiten die entscheidende Einflußgröße für den Gesamtprozeß.

15 Dabei arbeiten alle drei Prozesse in einer einzigen Prozeßzone.

20 Zu diesem Zweck müssen die drei Verfahren örtlich so eng beieinander liegen, daß unter Ausbildung eines einzigen Plasmas auch nur ein einziges Schmelzbad entsteht. Trotzdem sind die Lichtbogenparameter der beiden MSG-Verfahren voneinander unabhängig und lassen auf diese Weise die mehrdimensionale Beeinflussung von Plasma und Schmelzbad zu.

25 Dabei erfolgt die Beeinflussung im wesentlichen berührungslos allein über den Lichtbogendruck, der nach Ort und Zeit variierbar ist. Wesentlich beruht die Erfindung daher auf der Führung der MSG-Prozesse unabhängig voneinander. Es
30 handelt sich allerdings um einen Hybridprozeß mit mehrdimensional variabel einstellbarem Lichtbogendruck.

Hinsichtlich der geometrischen Anordnung der beiden MSG-Verfahren wäre auch die Tendenz der einzelnen Lichtbögen zu
35 berücksichtigen, sich aufgrund der elektrischen Felder zum Laserstrahl hinzuneigen.

Angesichts der gemeinsamen Prozeßzone kann zudem die Brenneranordnung räumlich klein sein.

Da im folgenden davon ausgegangen wird, daß der Lichtbogeneinbrand bei entsprechend vorgegebenen Prozeßparametern tiefer als die sogenannte Keyhole-Tiefe ist, läßt sich durch den gekoppelten Hybridprozeß nach dieser Erfindung die Schweißgeschwindigkeit und zugleich die Einschweißtiefe auch unter den Voraussetzungen steigern, die bei großen Spaltweiten an dicken Blechen vorliegen.

Wesentlich für diese grundsätzliche Überlegung ist also eine Keyhole-Tiefe, die geringer ist als der Lichtbogeneinbrand.

Es kommt daher auf die geometrische Anordnung der MSG-Brenner einerseits und andererseits auf die jeweils zugeführte Energie an, die dem gemeinsamen Plasma über die MSG-Brenner aufgeprägt wird.

Erst hierdurch läßt sich der Lichtbogeneinbrand so einstellen, daß er reproduzierbar tiefer als die Keyhole-Tiefe geht.

Durch diese Maßnahme nimmt mit der Einschweißtiefe auch die Schweißgeschwindigkeit zu, da ein großer Teil der eingekoppelten Laserenergie nicht mehr - wie bisher - in der Schmelze absorbiert wird, sondern der Erschmelzung der festen Phase dient.

Zugleich wird die Energiezufuhr über die beiden MSG-Prozesse deutlich größer als über lediglich einen einzigen MSG-Prozeß, so daß die dem Schmelzbad pro Zeiteinheit zugeführte Menge an zusätzlicher Schmelze gesteigert werden kann. Hieraus resultiert die bessere Überbrückbarkeit großer Spaltweiten auch bei dicken Blechen.

Dabei muß davon ausgegangen werden, daß das Schweißgut im Bereich der Nahtwurzel gegeneinander stoßende Kanten benötigt, da der Laser kein eigenes aufgeschmolzenes Material mitführt. Infolge der gemeinsamen Prozeßzone mit gemeinsamem Plasma wird dem Laser über die MSG-Prozesse eine ausreichenden Menge an aufgeschmolzenem Material zur Verfügung gestellt, so daß einerseits auch dicke Bleche bis auf die gegenüberliegende Oberfläche durchgeschweißt werden können, während aus der gemeinsamen Prozeßzone zugleich eine bis auf die gegenüberliegende Seite durchgehende gemeinsame Schweißnaht erwächst.

Da andererseits bei einem Schmelzbad der größte Teil der Laserenergie zur Erzeugung und Aufrechterhaltung des Dampfkanals benötigt wird, steht dieser Anteil der Laserenergie ohne die zusätzlichen Energieströme, die über die beiden MSG-Prozesse in die gemeinsame Prozeßzone eingekoppelt werden, nicht mehr zur Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit zur Verfügung. Der erhöhte Absorptionsgrad der Laserenergie in der Schmelze wird durch die überproportionale Energiezufuhr infolge des zweiten MSG-Prozesses prinzipiell kompensiert.

Dabei wird die Laserenergie allerdings nicht zum Aufschmelzen des jeweils zugeführten Drahtes sondern für die Durchschweißung und somit für die gleichmäßige Wurzelanbindung der Schweißnaht an der gegenüberliegenden Nahtseite verwendet.

Dabei werden beide MSG-Prozesse voneinander unabhängig betrieben. Eine Synchronisation der Verfahren kann prinzipiell unterbleiben, die beiderseitigen Quellen werden getrennt geregelt.

Abhängig von den jeweils beteiligten Materialien und Blechdicken lassen sich auch verschiedene Lichtbogenarten, verschiedene Drahtdurchmesser, verschiedene Drahtmaterialien

und unterschiedliche Anstellungen der MSG-Brenner bezüglich der Schweißrichtung einsetzen.

5 Werden die MSG-Brenner z.B. senkrecht zur Schweißrichtung angestellt, so lassen sich größte Spaltüberbrückungen erzielen. Werden die Brenner stechend und vorlaufend zum Laserstrahl angestellt, läßt sich die Oxydhaut, die z.B. bei dem Verschweißen von Aluminium von Relevanz ist, aufbrechen um ebenfalls große Spaltweiten überbrücken zu können.

10

 Durch vorlaufende bzw. nachlaufende Anordnung der MSG-Brenner wird das Schmelzbad bedarfsweise sowohl in Schweißrichtung als auch quer zur Schweißrichtung gestreckt, so daß neben verringerter Porenbildung ebenfalls große Spaltweiten überbrückt werden können.

15

 Ergänzend kann auch die Aufteilung der gesamten benötigten Drahtmenge im Sinne ungleich großer Zufuhrgeschwindigkeiten der beiden MSG-Brenner erfolgen. Diese Maßnahme kann beispielsweise für die Verbindung von Blechen unterschiedlicher Dicken vorteilhaft sein.

20

 Ferner läßt sich die Schmelze über verschiedene Drahtmaterialien auch metallurgisch beeinflussen.

25

 Das erfindungsgemäße Verfahren beruht auf der Kopplung des Laserstrahls mit mindestens zwei MSG-Brennern. Damit bietet das Verfahren nicht nur die bekannten Vorteile, die sich aus der Kombination eines Laserstrahls mit einem MSG-Brenner ergeben sondern darüber hinaus einen zusätzlichen Freiheitsgrad, der sich auch in einem räumlich variablen Einfluß auf die gemeinsame Prozeßzone äußert.

30

 Zwar verlangt die Erfindung nach einem größeren maschinellen Aufwand durch den Einsatz weiterer MSG-Brenner. Diesem Aufwand stehen jedoch die folgenden Vorteile gegenüber:

35

- Überbrückung deutlich größerer Spaltweiten gegenüber dem Laser-MSG-Prozeß mit eigenem MSG-Brenner und gegenüber dem Laserstrahlprozeß mit Zusatzdraht;
 - 5 - deutliche Erhöhung der Schweißgeschwindigkeit sowie Vergrößerung der Einschweißtiefe gegenüber dem Laserstrahlprozeß mit und ohne Zusatzwerkstoff bei gleicher Ausgangsleistung P_L sowie gegenüber dem Laser-MSG-Prozeß mit einem MSG-Brenner sowie gegenüber MSG-10 Lichtbogen-Prozessen mit und ohne Zweidrahttechnik;
 - 15 - deutliche Reduzierung der Wärmeeinbringung - hierdurch Minimierung der thermischen Belastung des Bauteils durch reduzierte Streckenenergie gegenüber dem Laserstrahlprozeß mit Zusatzwerkstoff sowie gegenüber dem Laser-MSG-Prozeß mit einem MSG-Brenner sowie gegenüber allen konventionellen Lichtbogenprozessen;
 - 20 - deutliche Erhöhung der Abschmelzleistung gegenüber dem Laserstrahlprozeß mit Zusatzwerkstoff, dem Laser-MSG-Prozeß mit einem MSG-Brenner sowie gegenüber allen konventionellen Lichtbogenprozessen, wenn keine Bad-25 sicherung vorgesehen ist;
 - 25 - bessere Beherrschbarkeit der Schmelze und gezielte Beeinflussung der Nahtausbildung durch variable Anordnung und Einstellung der Einzelprozesse.
- 30 Von Bedeutung sind neben der erhöhten Prozeßstabilität und Energieeinkopplung weitere, die Trennung der Lichtbogenprozesse betreffende Vorteile, wie z.B. die Aufteilung des benötigten Zusatzwerkstoffes auf zwei MSG-Prozesse. Zum einen wird hierdurch eine Streckung bzw. Verlängerung des unter Um-35 ständen sehr breiten Schmelzbades erreicht, wodurch ein Durchsacken der Schmelze verhindert und die Möglichkeit eröffnet wird, größere Spaltweiten zu überbrücken. Zum anderen lassen sich durch gezielte Einstellungen aller drei Schweiß-

prozesse, und hierzu zählt insbesondere die Abstimmung des vor- und nachlaufenden MSG-Prozesses, Blechverbindungen mit hohen Geschwindigkeiten bei unterschiedlichen Stoßgeometrien (Kehlnaht, Stumpfnaht, etc.) und Fugenvorbereitungen in einer Lage und Badsicherung fehlerfrei fügen.

Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Erkenntnis, daß im Vergleich zum Laser-MSG-Prozeß mit einem MSG-Brenner bei gleicher Stromstärke die erzielbare Abschmelzleistung zweier dünner Drähte größer als bei einem einzelnen dicken Draht mit vergleichbarer Querschnittsfläche ist, da die größere Mantelfläche bei zwei dünnen Elektroden eine bessere Energieeinkopplung am elektrodenseitigen Lichtbogenansatzpunkt gewährleistet. Aus diesem Grund läßt sich beim Einsatz des Laserstrahlprozesses mit zwei MSG-Brennern eine größere Schweißgeschwindigkeit bei gleichzeitig reduzierter Wärmeeinbringung erzielen.

Sind Drahtgeschwindigkeiten von 20m/min. oder mehr notwendig, wie es z.B. bei größeren Blechdicken mit entsprechender Fugenvorbereitung der Fall ist, bewegt man sich in der Regel im Grenzbereich der Leistungsfähigkeit einzelner Stromquellen. Dies trifft insbesondere bei Drahtgeschwindigkeiten von weit über 20m/min. zu. Durch den Einsatz einer zweiten Stromquelle lassen sich Drahtgeschwindigkeiten von 40m/min. erzielen, wodurch das Einsatzspektrum stark erweitert wird und sich für eine Vielzahl von Schweißaufgaben ein alternativer Lösungsweg durch die Erfindung anbietet. Im Vergleich zum Laser-MSG-Prozeß mit einem MSG-Brenner liegt ein weiterer Vorteil in der Erhöhung der in einer Lage vollständig verschweißbaren Blechdicke durch den zweiten Lichtbogenprozeß, der nachlaufend eingestellt werden soll und der dann mit seinem Zusatzwerkstoffanteil zum Auffüllen der Fuge beiträgt.

Weiterhin ist zu erwarten, daß das erfindungsgemäße Verfahren neben den Einsatzmöglichkeiten beim Verschweißen von

Stahl auch bei anderen Werkstoffen, wie z.B. Aluminium und dessen Legierungen anwendbar ist.

Maßgeblich für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Anordnung der einzelnen Schweißbrenner an einem vorzugsweise gemeinsamen Bearbeitungskopf und dieser muß die absolut freie Positionierung der MSG-Brenner zueinander und die freie Positionierung der Fokussiereinheit des Laserstrahls so ermöglichen, daß je nach Anwendungsfall variable Abstände zwischen den Lichtbögen und dem Brennfleck des Laserstrahls eingestellt werden können. Dabei muß der Bearbeitungskopf die folgenden Randbedingungen berücksichtigen:

- individuelle Einstellbarkeit der Einzelprozesse
- freie Positionierung der Prozesse zueinander
- modularer Aufbau
- kompakte Abmessungen, gute Zugänglichkeit
- Drehpunkte der MSG-Brenner im Arbeitspunkt des Laserstrahls (optional)
- Optiksenschutz durch Crossjet zum Wegblasen der Schweißdämpfe, Spritzer etc.
- Schutz des Bearbeitungskopfes durch Spritzerblech
- Prozeßgaszufuhr über Brennerdüsen und/oder Prozeßgasdüse
- Reproduzierbarkeit durch skalierte Achseneinstellung

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig.1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei nachlaufenden MSG-Brennern
- Fig.2 Darstellung der Fig.1 aus Sicht der Linie II-II
- Fig.3 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem vorlaufenden und einem nachlaufenden

MSG-Brenner

- Fig.4 Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens
- Fig.4a Ansicht der Fig.4 aus Sicht der Linie IVa-IVa
- 5 Fig.5 Darstellung der wirtschaftlichen Aspekte des erfindungsgemäßen Verfahrens
- Fig.6a-c Querschnittsbilder der Schweißnähte bei unterschiedlichen Schweißnahtvorbereitungen
- 10 Fig.1 zeigt ein Schweißverfahren unter Ausführung eines Laserstrahlprozesses zusammen mit zwei MSG-Prozessen. Dargestellt ist eine Y-Naht gemäß Fig.6b in der Ansicht entlang der Linie I-I. Die Vorschubgeschwindigkeit ist nach links gerichtet. Der Laserstrahl ist genau im Vertikalschenkel des Y
- 15 fokussiert und sorgt im Bereich der gemeinsamen Stoßkante der beiden Bleche für eine gemeinsame Schmelzzone. Wie man anhand Fig.2 erkennt, laufen zwei MSG-Prozesse dem vorauslaufenden Laserstrahl hinterher. Die beiden MSG-Prozesse liegen in der Darstellung gem. Fig.1 hintereinander und sind hinsichtlich
- 20 ihrer jeweiligen Anordnungen zum Laserstrahl sowie ihrer jeweiligen Einstellungen und Prozeßparameter in ihrer Positionierung zueinander einerseits variabel und voneinander unabhängig geführt und andererseits als einzelne Bestandteile des Gesamtprozesses so in das Schweißverfahren eingekoppelt, daß
- 25 die beiden Lichtbögen zusammen mit dem Laserstrahl ein gemeinsames Plasma erzeugen.

Dabei ist der Laserstrahl so ausgerichtet, daß er praktisch bis an das untere Ende des Vertikalsteges des "Y" .

30 reicht. Daher wird die Nahtwurzel der gemeinsam erzeugten Schweißraupe gerade eben noch vom Laserstrahl aufgeschmolzen. Es soll jedoch ausdrücklich von der Erfindung mit umfaßt werden, wenn zwischen dem unteren Ende der Nahtwurzel 2 und der Unterseite 3 des zu verschweißenden Blechs 1 eine sehr schmale nichtverschweißte Zone 4 ausgebildet ist.

35

Wesentlich ist ein Abstand a zwischen den Prozeßzonen der beiden MSG-Prozesse und der Prozeßzone des Laserstrahls, der so klein ist, daß alle drei Prozesse zusammen ein gemeinsames Plasma mit gemeinsamem Schmelzbad erzeugen.

5

Da der Laser kein eigenes Material mitführt, bietet es sich bei dieser Y-Naht an, den Laser auf die gegeneinander stoßenden Kanten der dicht benachbarten Bleche 1,1' zu führen. Da allerdings zwischen den beiden MSG-Prozessen und dem
10 Laserstrahlprozeß eine gemeinsame Prozeßzone besteht, in welcher der Lichtbogendruck maßgeblich den zeitlichen Verlauf der Schmelzbadparameter beeinflusst, können die beiden MSG-Prozesse über ihren jeweils maßgeblichen Lichtbogendruck das Schmelzbad dreidimensional beeinflussen.

15

Dabei ist berücksichtigt, daß beim Laserstrahlschweißen der Energietransport zwischen Laserstrahlquelle und Werkstoff ausschließlich durch die nahezu kohärente Strahlung erfolgt. Der Lichtbogen hingegen überträgt die Schweißwärme durch ei-
20 nen hohen elektrischen Strom, der über einen elektrisch leitfähigen Plasmazustand, auch Lichtbogensäule genannt, zum Werkstück fließt.

Die Laserstrahlung eignet sich für unterschiedliche Bearbeitungsverfahren verschiedener Werkstoffe. Charakteristisch ist die geringe Einbringung von Energie in den Werkstoff bei hohen Bearbeitungsgeschwindigkeiten. In Konsequenz führt dies beim Laserstrahlschweißen zu einer vergleichbar schmalen wärmebeeinflussten Zone mit einem großen Verhältnis
30 von Einschweißtiefe zu Nahtbreite. Das Laserstrahlschweißen zeichnet sich daher durch einen Tiefschweißeffect aus, während die erzielbare Spaltüberbrückbarkeit aufgrund des kleinen Strahldurchmessers gering ist. Hierdurch liegt der elektrische Wirkungsgrad bei diesem Verfahren in der Regel unter
35 10%. Dies wird jedoch in vielen Fällen durch die hohe Schweißgeschwindigkeit aufgrund konzentrierter Wärmeeinbringung aufgewogen.

Beim Lichtbogenschweißprozeß hingegen kommt es aufgrund der wesentlich kleineren Energiedichte zu geringeren Bearbeitungsgeschwindigkeiten; der Brennfleck des Lichtbogens an der Oberfläche des Werkstoffes ist entsprechend größer als beim Laserstrahl. Infolgedessen sind die Nähte breiter als beim Laserstrahlschweißen, so daß bei einer vergleichbaren Schweißnahttiefe die eingebrachte Energie und die Spaltüberbrückbarkeit größer ist. Die Lichtbogentechnologie bietet daher den Vorteil eines hohen energetischen Wirkungsgrades bei gleichzeitig niedrigen Investitionskosten. Da allerdings die Einschweißtiefe begrenzt ist, zeichnet sich die Naht, die allein über ein Lichtbogenschweißverfahren herstellbar ist, durch ein niedriges Verhältnis von Nahthöhe zu Nahtbreite aus. Allein das Lichtbogenschweißverfahren läßt nur niedrige Schweißgeschwindigkeiten in Verbindung mit der hohen thermischen Belastung des Bauteils zu.

Da mit der Entwicklung moderner Lichtbogenquellen auch eine Vielzahl von steuerungstechnischen Möglichkeiten entstanden sind, konnten durch die zeitgleiche Anwendung von Lichtbogenschweißprozessen mit Laserschweißprozessen synergetische Effekte erzielt werden, welche zu einer Erhöhung der Freiheitsgrade während des Schweißprozesses führte.

Bei der hier vorliegenden Verfahrenskopplung wirken Laserstrahl (CO_2 -, Nb: JAG, Diodenlaser etc.) und Lichtbogen (MSG) zeitgleich in einer Wechselwirkungszone von Plasma und Schmelze und beeinflussen bzw. unterstützen sich gegenseitig. Durch die erfindungsgemäße Möglichkeit der variablen Einstellungen und Positionierungen der beiden MSG-Prozesse und des Laserstrahlprozesses können daher Synergieeffekte erzielt werden, welche zumindest teilweise zur Kompensation der Nachteile der jeweiligen anderen Verfahren führen.

Dabei macht sich die Erfindung auch die Erkenntnis zunutze, daß beim gekoppelten Prozeß nach dieser Erfindung der

Lichtbogen dem Schweißgut im oberen Nahbereich zusätzlich zum Laserstrahl Wärme zuführt, wodurch die Schweißnaht eine kelchförmige Gestalt erhält. Die wechselseitige Beeinflussung der Prozesse kann je nach eingesetztem Lichtbogen- oder Laserverfahren und den Prozeßparametern unterschiedliche Stärke und Ausprägung haben. Dabei kann die Wärmebelastung des Bauteils gering gehalten werden. Je nach dem gewählten Verhältnis der Leistungsbeiträge kann der Laser- oder der Lichtbogencharakter überwiegen.

10

Durch die variable und voneinander unabhängige Einstellung der Prozeßparameter und der Positionierung der MSG-Prozesse kann daher das Lichtbogenschweißverfahren die Spaltüberbrückbarkeit erheblich erhöhen. Hieraus resultiert die Möglichkeit, den Toleranzbereich bei der Kantenvorbereitung erheblich zu vergrößern. Darüber hinaus erlaubt der Energieeintrag des Lichtbogens in das Bearbeitungsvolumen auch eine Steuerung der Abkühlungsbedingungen. Der Laserstrahl bewirkt über das ionisierte Plasma eine erleichterte Zündung des Lichtbogens, eine Stabilisierung des Lichtbogenschweißprozesses sowie die Energiedeponierung in der Materialtiefe. Über die Verbesserung der Energieeinkopplung wird daher eine größere Schweißtiefe bzw. -geschwindigkeit erreicht. Es ist somit möglich, Leistungsfähigkeit und energetischen Wirkungsgrad zu steigern, ohne auf die Vorteile des Einsatzes von Zusatzwerkstoff verzichten zu müssen, so daß z.B. die Gefügestruktur metallurgisch beeinflußt werden kann.

Weiterhin wird durch eine deutliche Verringerung der Streckenenergie gegenüber allen bekannten Schweißverfahren, in denen Zusatzwerkstoff zum Einsatz kommt, die thermische Belastung des Bauteils reduziert. Daher ist bzw. sind der thermisch bedingte Bauteilverzug und ggf. die Eigenspannungen im Bauteil nach dem Schweißen deutlich gemindert. Darüber hinaus kann durch den größeren Toleranzbereich hinsichtlich der Güte der Kantenvorbereitung der Aufwand für die Bauteilvorbereitung durch mechanische Bearbeitung der Kantengeome-

trie, durch Spannen und Heften als auch für den nachfolgenden Arbeitsgang des thermischen Richtens gesenkt werden.

5 Dies gilt insbesondere bei großen Blechstücken und hohen
Schweißgeschwindigkeiten, da hierdurch die Begrenzung der
verschweißbaren Blechdicken bei Stumpfstößen mit Spalt (I-,
Y-, V-Naht etc.) oder bei Kehlnähten mit Spalt (HV-, HY-,
DHY-Naht etc.) durch die Laserleistung und das intensivierte
10 Schmelzbad der beiden MSG-Prozesse aufgehoben bzw. deutlich
nach oben verlagert wird. Da mit der Zufuhr von mehr Zusatz-
werkstoff über den weiteren MSG-Prozeß auch zusätzliche Ener-
gie dem gemeinsamen Schmelzbad und dem gemeinsamen Plasma zu-
geführt wird, kann die verschweißbare Blechdicke höher wer-
den.

15

Weiterhin ist im Falle von Stumpfstößen (I-, V-, Y-Naht)
die Spaltüberbrückbarkeit von der Schmelzbadgröße abhängig.
Infolge der vergrößerten Schmelzbaddimensionen können daher
größere Schmelzbadvolumina realisiert werden, so daß die be-
20 kannten Probleme wie Nahteinfall, Nahtdurchhang, Einbrandker-
ben oder Porenzeilen auch bei großen zu überbrückenden Spal-
ten vermieden werden. Dies gilt auch Kehlnähten, bei welchen
die Spaltüberbrückbarkeit durch die blechdickenabhängige,
maximal zulässige Schmelzbadgröße beschränkt ist.

25

Ferner kann sowohl bei Stumpfnähten als auch bei Kehl-
nähten die Schweißgeschwindigkeit erhöht werden, da diese bei
gleicher Laserleistung durch die zulässige Lichtbogenleistung
begrenzt ist. Infolge der Lichtbogenleistung des zusätzlichen
30 MSG-Prozesses kann daher die Schweißgeschwindigkeit angehoben
werden.

35

Da ferner die Materialzufuhr rate ohne Anhebung der
Drahtvorschubgeschwindigkeit v_D infolge des zweiten MSG-Pro-
zesses zunimmt, werden die Folgen zu hoher Drahtgeschwindig-
keit, wie z.B. Nahteinfall, Einbrandkerben oder Nahtdurchhang
zuverlässig vermieden.

Ergänzend hierzu zeigt Fig.3 ein Ausführungsbeispiel mit einem vorlaufenden MSG-Prozeß 5, einem nachlaufenden MSG-Prozeß 6 und einem Laserstrahlprozeß 7. Wesentlich ist auch hier, daß die beiden Lichtbögen jedes MSG-Prozesses zusammen mit dem Laserstrahl ein gemeinsames Plasma erzeugen, und daß der Lichtbogendruck der beiden MSG-Prozesse aufgrund der jeweiligen Einstellungen und der Prozeßparameter und der Positionierung der MSG-Brenner zueinander variabel und voneinander unabhängig geführt wird.

Zugleich sind jedoch alle Komponenten des Gesamtprozesses in das Schweißverfahren so eingekoppelt, daß die beiden Lichtbögen zusammen mit dem Laserstrahl ein gemeinsames Plasma erzeugen.

Fig.4 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform eines Bearbeitungskopfes für einen Laserstrahlprozeß und zwei MSG-Brenner.

Die Einstellung der beiden MSG-Brenner zueinander sowie zum Laserstrahl erfolgt über insgesamt zehn Achsen. Zwei Achsen, eine vertikale rotatorische Achse ① und eine vertikale translatorische Achse ② dienen zur gemeinsamen Positionierung der MSG-Brenner zum Laserstrahl. Auf diese Weise ist es z.B. möglich, mit der Achse ① einen MSG-Brenner in vorlaufender und den anderen MSG-Brenner in nachlaufender Funktion zum Laserstrahl anzuordnen. In dieser Anordnung läßt sich der Abstand zwischen der Drahtspitze und dem Fokuspunkt innerhalb der für das Verfahren benötigten Bereich variieren. Eine Drehung der Achse ① aus dieser Position um 90 Grad führt zu einer Anordnung der MSG-Brenner senkrecht zur Schweißrichtung und ermöglicht so das Schweißen mit zwei vor- oder nachlaufenden MSG-Brennern, je nach Schweißrichtung. Mit der vertikalen Achse ② ist zunächst eine grobe Positionierung beider MSG-Brenner relativ zum Fokuspunkt des Laserstrahls entsprechend der eingesetzten Brennweite möglich.

Mit jeweils vier der verbleibenden acht Achsen lassen sich die einzelnen MSG-Brenner exakt zueinander sowie zum Laserstrahl einstellen. Dabei stellt die Achse ③ die zur Vertikalen geneigte Achse zur translatorischen Verstellung des ersten MSG-Brenners entlang dessen Längsachse dar. Dies gilt sinngemäß auch für die Achse ⑥ bezüglich des zweiten MSG-Brenners. Mit den Achsen ④ und ⑤ werden zwei rotatorische Achsen bereitgestellt. Diese kreisbogenförmigen Achsen dienen zur rotatorischen Verstellung des ersten MSG-Brenners so, daß der Drehpunkt mit dem Fokuspunkt des Lasers zusammenfällt. Die Achse ⑤ liegt horizontal und dient der rotatorischen Verstellung des ersten MSG-Brenners, wobei der Drehpunkt den Verstellbogen der Achse ④ senkrecht durchstößt. Sinngemäß gilt dies auch bezüglich der Achsen ⑦ und ⑧ für den zweiten MSG-Brenner.

Zusätzlich sind die Achsen ⑨ und ⑩ vorgesehen zur translatorischen Verstellung des ersten bzw. zweiten MSG-Brenners.

Über entsprechende Skalierungen ist für alle Achsen eine reproduzierbare Einstellung gewährleistet.

Dabei dienen die rotatorischen Achsen ④ bzw. ⑦ der Verstellung des ersten bzw. zweiten MSG-Brenners entlang eines vertikalen Kreisbogens, der seinen Mittelpunkt im Fokuspunkt des Laserstrahls hat. Daher fällt der Drehpunkt der Verstellung mit dem Fokuspunkt des Lasers zusammen. Über diese Achsen ist es also möglich, den Eintrittswinkel der MSG-Lichtbögen in das Werkstück bzw. deren Neigung zum (vertikalen) Laserstrahl zu variieren.

Mit den horizontalen Achsen ⑤ bzw. ⑧ zur rotatorischen Verstellung des ersten bzw. zweiten MSG-Brenners lassen sich die MSG-Brenner, je nach Stellung der Achse ① seitlich bzw. in Schweißrichtung vor oder zurück, weiter vom Fokuspunkt des

Lasers wegführen oder näher an diesen herankommen. Die Drehpunkte der Achsen ⑤ und ⑧ durchstoßen den Verstellbogen der Achse ④ senkrecht.

5 Mit den beiden horizontalen Achsen ⑨ bzw. ⑩ lassen sich der erste bzw. der zweite MSG-Brenner außerdem, wiederum je nach Stellung der Achse ① seitlich bzw. in Schweißrichtung vor oder zurück, translatorisch weiter vom Fokuspunkt des Lasers wegführen oder näher an diesen herankommen.

10 Die einstellbaren Achsen sind z.B. mit Einstell- bzw. Feststellschrauben mit Feingewinde, ggf. Mikrometerschrauben ausgeführt. Selbstverständlich ist es auch möglich anstelle manueller Antriebe aufwendigere numerisch gesteuerte Schritt-
15 motoren oder dergleichen zu verwenden.

Der Bearbeitungskopf erlaubt es somit, in reproduzierbarer Weise beide Schweißbrenner in nahezu beliebiger Anordnung zum Laserstrahl zu positionieren. Jeder Draht jedes MSG-Brenners ist an eine eigene Stromquelle angeschlossen, die separat ansteuerbar ist und wird von einem eigenen Drahtvorschubsystem zum gemeinsamen Bearbeitungskopf geführt. Die Lichtbögen erzeugen mit dem Laserstrahl bei kleinem Abstand ein gemeinsames Plasma und ein gemeinsames Schmelzbad. Darüber
20 hinaus kann vorgesehen sein, den Verstellbereich der MSG-Brenner zum Laserstrahl so groß zu ermöglichen, daß auch getrennte Schmelzbäder entstehen, um mit dieser Vorrichtung das herkömmliche Laser-MSG-Verfahren ohne gemeinsames Schmelzbad und ohne gemeinsames Plasma ausführen.

30 Die Fig.6a-c zeigen unterschiedliche Schweißnahtvorbereitungen.

Unabhängig von der jeweiligen Schweißnahtvorbereitung
35 läßt sich durch das Verfahren nach dieser Erfindung auch bei großen Blechdicken eine Durchschweißung bis auf die gegen-

überliegende Blechoberfläche erzielen, wobei die Nahtbreite auf derjenigen Blechseite, wo die Schweißbrenner sitzen kelchförmig nach außen zunimmt während der jeweilige Laserstrahl zu einer Durchschweißung bis zur Nahtwurzel führt, die auch dort eine gute Anbindung an die benachbarten Blechzonen hat.

10

15

20

25

30

35

5

Bezugszeichenliste

10

15	1	Blech
	1'	Blech
	2	Naht
	3	Unterseite
	4	Zone
20	5	vorlaufender MSG-Brenner
	6	nachlaufender MSG-Brenner
	6'	nachlaufender MSG-Brenner
	7	Laserstrahl
	8	Nahtwurzel
25	a	Abstand

30

35

5

Patentansprüche

1. Schweißverfahren unter Ausführung eines Laser-
10 strahlprozesses zusammen mit zwei MSG-Prozessen,
 dadurch gekennzeichnet, daß die beiden MSG-
 Prozesse hinsichtlich ihrer jeweiligen Anordnungen
 zum Laserstrahl sowie ihrer jeweiligen Einstel-
15 lungen und Prozeßparameter und ihrer Positionierung
 zueinander einerseits variabel und voneinander
 unabhängig geführt werden und andererseits als ein-
 zelne Komponenten des Gesamtprozesses so in das
 Schweißverfahren eingekoppelt sind, daß die beiden
20 Lichtbögen zusammen mit dem Laserstrahl ein gemein-
 sames Plasma erzeugen.
2. Schweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß mindestens ein MSG-Prozeß vor- und
 mindestens ein MSG-Prozeß nachläuft.
- 25 3. Schweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
 zeichnet, daß alle MSG-Prozesse vorlaufen.
4. Schweißverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
30 zeichnet, daß alle MSG-Prozesse nachlaufen.
5. Schweißverfahren nach einem der vorhergehenden An-
 sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens
 einer der MSG-Prozesse durch einen Plasma-MSG-
35 Prozeß ersetzt werden kann.

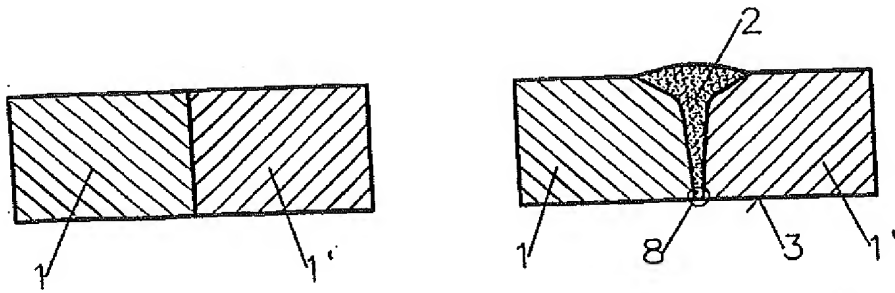


Fig. 6a

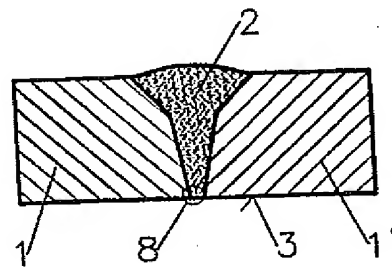
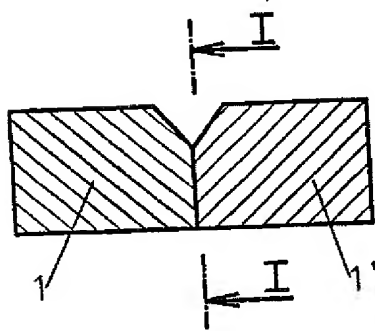


Fig. 6b

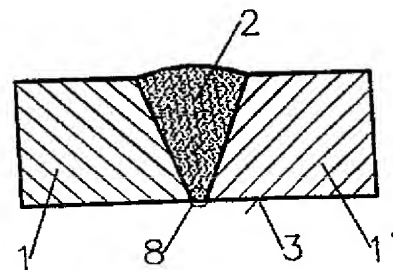
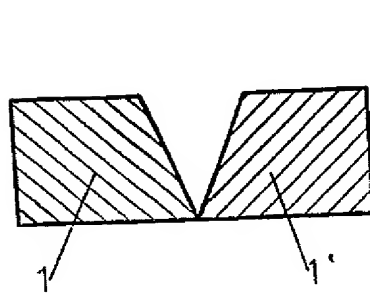


Fig. 6c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/08051

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 B23K26/14		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B23K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 96 09135 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG ;BEYER ECKHARD (DE); IMHOFF RALF (DE); NE) 28 March 1996 (1996-03-28) page 5, line 21 - line 28 page 6, line 26 - line 37 page 8, line 22 -page 11, line 12; figures 1-3,5	1,2,6,7
A	DE 296 06 375 U (KUKA SCHWEISANLAGEN GMBH) 28 August 1997 (1997-08-28) cited in the application page 7, line 35 -page 8, line 3; figures 1,2	1
A	US 4 507 540 A (HAMASAKI MASANOBU) 26 March 1985 (1985-03-26) cited in the application the whole document	1
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" documents defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 January 2000		Date of mailing of the international search report 08/02/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 681 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Aran, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/08051

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23K26/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 96 09135 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG ;BEYER ECKHARD (DE); IMHOFF RALF (DE); NE) 28. März 1996 (1996-03-28) Seite 5, Zeile 21 - Zeile 28 Seite 6, Zeile 26 - Zeile 37 Seite 8, Zeile 22 -Seite 11, Zeile 12; Abbildungen 1-3,5	1,2,6,7
A	DE 296 06 375 U (KUKA SCHWEISANLAGEN GMBH) 28. August 1997 (1997-08-28) in der Anmeldung erwähnt Seite 7, Zeile 35 -Seite 8, Zeile 3; Abbildungen 1,2	1
A	US 4 507 540 A (HAMASAKI MASANOBU) 26. März 1985 (1985-03-26) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1

-/-

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besondere bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgelieft)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"S" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. Januar 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

08/02/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Aran, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int ionaler Aktenzeichen
PCT/EP 99/08051

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Belr. Anspruch Nr.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 256 (M-421), 15. Oktober 1985 (1985-10-15) & JP 60 106688 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 12. Juni 1985 (1985-06-12) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung -----</p>	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/08051

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9609135 A	28-03-1996	DE 19500512 A	11-04-1996
		AT 164104 T	15-04-1996
		DE 59501663 D	23-04-1998
		EP 0782489 A	09-07-1997
		ES 2114327 T	16-05-1998
		JP 10505791 T	09-06-1998
		US 5821493 A	13-10-1998
DE 29606375 U	28-08-1997	WO 9737808 A	16-10-1997
		EP 0892692 A	27-01-1999
US 4507540 A	26-03-1985	JP 1281973 C	27-09-1985
		JP 59066991 A	16-04-1984
		JP 60008916 B	06-03-1985
JP 60106688 A	12-06-1985	KEINE	